

Pengaruh Variasi Fraksi Volume Biokomposit Batang Padi Dan Resin *Epoxy – Polyester* Terhadap Kekuatan Tarik Dan Densitas

Ezza Ikhfan Naelendra, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, I Putu Lokantara
Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana kekuatan tarik dan densitas komposit epoxy-polyester berpenguat batang padi dengan fraksi volume 5%, 10%, 15%. Penelitian ini menggunakan batang padi sebagai penguat dan campuran resin epoxy-polyester sebagai pengisi. Batang yang digunakan berukuran 3cm. Proses pencetakan menggunakan teknik *Hand Lay-up* dengan susunan serat acak serta menggunakan ASTM D-3039, ASTM D 792-08 sebagai acuan pengujian tarik dan densitas. Hasil uji tarik didapatkan kekuatan tarik tertinggi berada pada variasi 5% sebesar 10,432 MPa. Dan kekuatan tarik terendah berada pada variasi 15% sebesar 4,589 MPa. Pada uji densitas nilai tertinggi didapatkan pada variasi 5% sebesar 1,057 gr/cm³. Dan nilai terkecil pada variasi 15% sebesar 1,038 gr/cm³. Hal ini diperkuat dari pengamatan foto mikro dimana komposit berpenguat batang pada variasi 5% mampu mengikat sempurna dengan matriks sehingga mempunyai kekuatan tarik tertinggi, namun seiring penambahan variasi batang padi, ikatan yang terjadi semakin memburuk sehingga pull out atau terlepasnya serat dari matriks yang semakin meningkat. Dapat disimpulkan bahwa pada komposit dengan variasi 5% batang padi memiliki kekuatan maksimum.

Kata kunci : Batang jerami padi, Resin Epoxy, Resin Polyester, Fraksi Volume, Uji Tarik, Uji Densitas, Foto Mikro

Abstract

The purpose of this study was to determine the tensile strength and density of epoxy-polyester composites reinforced with rice stalks with volume fractions of 5%, 10%, 15%. This research uses rice straw as reinforcement and epoxy-polyester resin blend as filler. The stems used are 3cm in size. The molding process uses the Hand Lay-up technique with random fiber arrangement and uses ASTM D-3039, ASTM D 792-08 as a reference for tensile and density testing. The tensile test results obtained the highest tensile strength was in the 5% variation of 10.432 MPa. And the lowest tensile strength was in the 15% variation of 4.589 MPa. In the density test, the highest value was found in the 5% variation of 1.057 gr/cm³. And the smallest value in the 15% variation of 1.038 gr/cm³. This is reinforced from the observation of micro photos where the stem-reinforced composite at the 5% variation is able to bind perfectly with the matrix so that it has the highest tensile strength, but as the variation of rice stalks is added, the bonding that occurs is getting worse so that the pull out or detachment of the fibers from the matrix is increasing. It can be concluded that the composite with 5% variation of rice stalks has the maximum strength.

Keywords : Rice straw stalk, Epoxy resin, Polyester resin, Volume fraction, Tensile test, Density test, micro photo

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang pesat pada industri manufaktur menghasilkan material yang dikenal sebagai komposit. Komposit dirancang sebagai material pengganti logam, keunggulan pada komposit seperti; mempunyai daya tahan korosi sangat baik, pembuatan material yang sangat murah, dan memiliki kekuatan mekanik cukup tinggi [1]. Polimer salah satu yang paling sering digunakan sebagai matrix pada pembuatan komposit modern [2]. Penggabungan dua atau lebih polimer sering menunjukkan sifat yang lebih unggul dibanding dengan satu komponen saja [3].

Serat merupakan salah satu komponen utama pada pembuatan komposit, serat dibedakan menjadi dua yaitu alami dan sintetis. Komposit serat alami mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan serat sintesis yaitu kualitas dari serat dapat divariasikan, mudah didapatkan dan dapat didaur ulang [4]. Serat yang dapat menjadi pertimbangan adalah serat jerami. Jerami padi masih belum dimanfaatkan secara maksimal; 36–62% darinya dibakar atau dibuang, dan hanya 7–16% yang digunakan dalam industri. Dibandingkan dengan

limbah pertanian lainnya, jerami padi merupakan limbah pertanian yang cukup mudah didapatkan. [5].

Batasan masalah ditujukan untuk menghindari adanya pelebaran pokok masalah, adapun batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Bahan specimen terbuat dari material
 - Resin *epoxy sikadur 52-id* dicampur dengan resin *polyester yukalac 157 BQTN*.
 - Hardener
 - Penguat komposit dari limbah jerami padi yang diambil dari Desa Sanding, Kecamatan Tampaksiring, Kabupaten Gianyar.
 - Jerami padi yang digunakan, jerami baru panen Varietas IR64.
 - Bagian yang digunakan yaitu batang utama buku kedua dari atas.
- 2) Variasi fraksi volume Batang Padi (5%, 10%, 15%)

- 3) Metode pembuatan spesiemen komposit menggunakan teknik *hand lay-up*
- 4) Susunan serat batang padi pada pembuatan komposit adalah susunan secara acak dengan ukuran 3 cm.

2. Landasan Teori

2.1 Batang Padi

Batang padi berasal dari tanaman dengan nama latin *Oriza sativa* atau biasa dikenal dengan padi merupakan tanaman penghasil beras dan menjadi sumber pangan utama bagi penduduk di negara Indonesia. tidak hanya di Indonesia hampir separuh penduduk dunia, terutama penduduk Benua Asia menggantungkan hidupnya dari tanaman padi [6]. Pada jerami padi mengandung selulosa 39%, hemiselulosa 27,5%, lighnin 12,5% dan abu 11,5% [7].

2.2 Resin Epoxy

Resin Epoxy adalah salah satu jenis dari polimer termoset dimana sering digunakan sebagai pengikat komposit. Keuntungan resin epoksi antara lain memiliki kekuatan tinggi, karakteristik isolasi dan dielektrik, penyusutan rendah, dan stabilitas dimensi. [8]

2.3 Resin Polyester

Resin polyester memiliki kekentalan lebih rendah jika dibandingkan dengan epoxy serta harganya yang lebih terjangkau. Resin polyester banyak digunakan pada kontruksi sebagai komposit, dll [9]. Adapun sifat dari resin polyester mempunyai gaya adhesi yang cukup baik namun lebih rendah dari epoxy [10]

2.4 Uji Tarik

Uji tarik merupakan pengujian pada material yang bertujuan untuk mengetahui modulus elastisitas, tegangan, dan regangan bahan tersebut.. pada penelitian ini digunakan standar uji tarik ASTM D3039. Dalam pengujian ini dilakukan pengamatan terhadap penambahan beban dan pertambahan panjang secara terus-menerus selama proses pengujian berlangsung.



Gambar 1. Uji Tarik

Rumus untuk mencari nilai kekuatan tarik serta regangan pada spesiemen komposit adalah sebagai Berikut :

$$\text{Tegangan Tarik } \sigma = \frac{P}{A_0} \quad (1)$$

$$\text{Regangan Tarik } \epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Modulus elastisitas } E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (3)$$

Keterangan:

σ = Tegangan Tarik (MPa)

P = Gaya (N)

A_0 = Luas Penampang awal (mm²)

ϵ = Regangan Tarik (%)

ΔL = Pertambahan Panjang Spesiemen (mm)

E = Modulus Elastisitas (GPa)

L_0 = Panjang Spesiemen Awal (mm)

2.5 Uji Densitas

Densitas merupakan kepadatan suatu zat dapat dinyatakan secara matematis sebagai rasio massa terhadap volume. Perhitungan massa jenis dapat digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan standar uji massa jenis ASTM D792-08 untuk membantu mengidentifikasi sifat-sifat material yang akan menentukan apakah akan mengapung atau tenggelam dalam fluida.



Gambar 2. Uji Densitas

Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai densitas material pada penelitian ini sebagai berikut :

$$\rho = \frac{M_s}{M_b - (M_g - M_k)} \times \rho_{\text{minyak tanah}} \quad (4)$$

Keterangan :

ρ = Densitas Sampel

M_k = Massa kawat penggantung (gr)

M_s = Massa spesiemen udara (gr)

M_g = Massa spesiemen digantung (gr)

M_b = Massa spesiemen basah (gr)

2.6 Pengamatan Fotomikro

Uji SEM merupakan sebuah teknik yang berfungsi untuk mengamati morfologi pada permukaan material uji. Pengamatan fotomikro dapat menghasilkan gambar dari material uji sesuai dengan pembesaran yang diinginkan. Mengamati dengan skala mikroskopik dapat mengungkapkan bagaimana bentuk permukaan material uji, mode kegagalan yang terjadi, kepadatan seta mengetahui kandungan *void* yang berada pada material uji.

3. Metode Penelitian

3.1 Proses Pembuatan Spesimen

- 1 Siapkan bahan penelitian dan alat-alat penelitian.
- 2 Timbang Batang Padi dan campuran resin sesuai dengan fraksi volume yang ditentukan (5% : 95%, 10% : 90%, 15% : 85%).
- 3 Resin yang telah ditimbang, dicampur hardener dengan perbandingan 2:1 kedalam gelas ukur, kemudian diaduk hingga tercampur dengan baik.
- 4 Menyiapkan cetakan spesimen.
- 5 Bersihkan cetakan dengan acetone, agar cetakan bersih.
- 6 Berikan sealan untuk menutup celah pada cetakan agar komposit tidak merembes atau bocor keluar cetakan.
- 7 Tuangkan setengah campuran resin pada cetakan secara merata dengan menggunakan kuas.
- 8 Kemudian masukan batang padi kedalam cetakan dengan susunan serat acak, setelah itu masukan kembali sisa resin kedalam cetakan. Usahakan tidak tercipta Void.
- 9 Tutup cetakan dengan memberikan tekanan sekaligus meratakan, untuk mengurangi void atau rongga dalam spesimen.
- 10 Tunggu proses pengeringan komposit selama 12-24 jam.
- 11 Setelah kering, lepaskan komposit dari cetakan secara hati-hati dan perlahan agar tidak rusak.
- 12 Kemudian potong spesimen sesuai dengan standar ASTM yang telah ditentukan. Untuk uji tarik menggunakan ASTM D3039 dan untuk uji densitas menggunakan ASTM D792 – 08. Jumlah spesimen untuk setiap fraksi volume dan masing-masing pengujian adalah 3 spesimen.

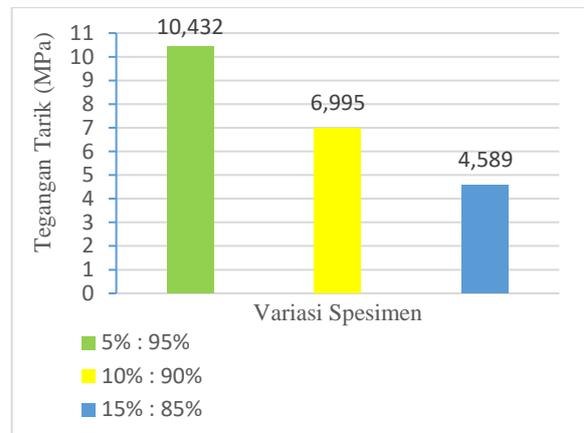
4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Data Hasil Penelitian Uji Tarik

Berikut nilai rata-rata uji tarik spesimen komposit bertulang batang padi dalam bentuk grafik batang seperti pada Gambar 3:



Gambar 3. Patahan Spesimen Uji



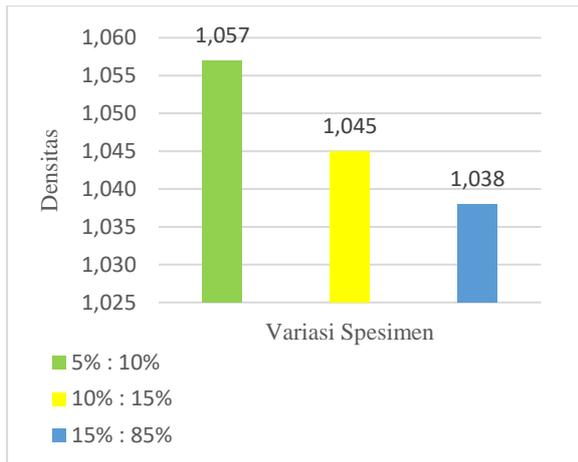
Gambar 4. Grafik Kekuatan Tarik

Dari gambar 4, dapat dilihat bahwa nilai tertinggi didapatkan pada variasi 5% penambahan batang padi sebesar 10,432 Mpa, pada variasi 10% penambahan batang padi sebesar 6,995 MPa dan nilai terendah didapatkan pada variasi 15% batang padi sebesar 4,589 MPa.

Secara umum terjadi penurunan disetiap penambahan variasi batang padi, hal ini disebabkan ikatan yang terjadi semakin melemah pada setiap variasi penambahan batang padi yang dilakukan. Hal tersebut diakibatkan dari kandungan *wax* dan silika yang dapat menghalangi terbentuknya ikatan antara batang padi dan matrik [11]. Pada kondisi seperti ini spesimen komposit mengalami kegagalan lebih awal walaupun masih mampu menahan beban lebih tinggi [12]. Jika ditinjau dari patahan yang terjadi, patahan didominasi oleh *Pull Out* atau terlepasnya batang padi dari matriks yang semakin meningkat disetiap penambahan variasi batang padi.

4.2 Hasil Uji Densitas

Berikut adalah nilai rata-rata yang didapatkan pada pengujian densitas yang disajikan dalam bentuk diagram batang pada gambar 5 :



Gambar 5. Rata-rata Nilai Densitas

Pada hasil pengujian densitas yang ditunjukkan gambar 5, nilai terbesar didapatkan pada variasi 5% batang padi sebesar 1,057 gr/cm³, pada variasi 10% sebesar 1,045 gr/cm³, dan nilai terendah didapatkan pada variasi penambahan 15% batang padi sebesar 1,038 gr/cm³.

Berdasarkan hasil pengujian densitas, terjadi penurunan nilai pada setiap penambahan variasi batang padi. Hal tersebut disebabkan dari nilai densitas pada batang padi lebih kecil dari nilai densitas matriks yang digunakan [13]. Serta banyaknya rongga-rongga yang tidak dapat terisi dengan baik menjadikan nilai densitas pada biokomposit semakin menurun [14].

4.3 Hasil pengamatan foto mikro

Berikut adalah hasil pengamatan foto mikro pada permukaan bikomposit batang padi.



Gambar 6. Pengamatan Foto Mikro Variasi 5% Batang Padi



Gambar 7. Pengamatan Foto Mikro Variasi 10% Batang Padi



Gambar 8. Pengamatan Foto Mikro Variasi 15% batang padi

Berdasarkan hasil pengamatan foto mikro yang dilakukan pada permukaan komposit dapat dilihat bahwa patahan yang terjadi disebabkan oleh terlepasnya batang padi dari matriks atau *Fiber Pull Out* yang terjadi karena ikatan pada komposit semakin meburuk [15]. Serta ditemukannya void yang terbentuk dari udara yang terperangkap pada saat penuangan resin dan proses penekanan pada pencetakan

5. Penutup

5.1 Simpulan

Dari hasil penelitian ini mengenai pengaruh variasi fraksi volume batang padi dan resin epoxy-polyester terhadap kekuatan tarik dan densitas dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil uji tarik didapatkan nilai tegangan Nilai rata-rata tegangan tarik mengalami penurunan pada setiap penambahan variasi fraksi volume, nilai terbesar terdapat pada variasi fraksi volume 5% batang padi sebesar 10,432 Mpa dan nilai terendah didapatkan pada variasi fraksi volume 15% sebesar 4,589 MPa.
2. Pada pengujian densitas menunjukkan bahwa nilai densitas tertinggi terdapat pada variasi fraksi volume 5% batang padi sebesar 1,057 gr/cm³ dan nilai paling sebesar 1,038 gr/cm³ pada variasi fraksi volume 15% batang padi.
3. Hasil pengamatan foto mikro yang menunjukkan komposit dengan variasi fraksi volume 5% batang padi mempunyai ikatan paling baik antara batang padi dan matriks, dibandingkan dengan variasi 10% dan 15% batang padi, sehingga nilai maksimum didapatkan pada variasi 5% batang padi.

5.2 Saran

Dengan hasil penelitian pengaruh variasi fraksi volume biokomposit batang padi dan resin epoxy-polyester terhadap kekuatan tarik dan densitas, adapun saran yang dapat diberikan oleh penulis dengan harapan dapat membantu untuk mengembangkan dan menjadi pertimbangan dalam penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Penelitian tentang komposit batang padi dengan matriks campuran epoksi dan polyester adalah hal yang baru, diharapkan pada penelitian selanjutnya dilakukan dengan memvariasikan variabel-variabel yang berpengaruh agar mendapatkan hasil pengujian yang lebih optimal.

2. Untuk meningkatkan kekuatan komposit dapat juga menggunakan perlakuan atau penggunaan panjang pada batang padi.
3. Pemilihan metode lain seperti *vacuum bag*, *pressure bag* dll yang dapat meningkatkan kekuatan dari komposit..

Daftar Pustaka

- [1] Tarumanagara, A. J. T. M. U. (2014). Kekuatan Tarik Komposit Matrik Polimer Berpenguat Serat Alam Bambu Gigantochloa Apus Jenis Anyaman Diamond Braid dan Plain Weave. *Jurnal Energi dan Manufaktur Vol*, 7(1), 1-118.
- [2] Saidah, A., Susilowati, S. E., & Nofendri, Y. (2018). Analisa perbandingan kekuatan tarik dan impak komposit serat jerami padi polyester dengan komposit serat jerami padi-epoxy dengan metode hand lay up. *Prosiding snast*, 291-298.
- [3] Prasanna, G. V., & Subbaiah, K. V. (2013). Modification, flexural, impact, compressive properties & chemical resistance of natural fibers reinforced blend composites. *Malaysian Polymer Journal*, 8(1), 38-44.
- [4] Lokantara, I. P., Suardana, N. P. G., & Karohika, I. M. G. (2009). Efek Fraksi Volume Serat dan Penyerapan Air Tawar Terhadap Kekuatan Bending Komposit Tapis Kelapa/Polyester. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM*, 3(2), 138-143.
- [5] Rochim, M. N., & Ningsih, T. H. (2021). Penggunaan Serat Jerami Padi Dalam Pembuatan Material Komposit Sebagai Alternatif Bahan Bumper Mobil. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(03), 1-6.
- [6] Supartha, I. N. Y., Wijana, G. E. D. E., & Adnyana, G. M. (2012). Aplikasi jenis pupuk organik pada tanaman padi sistem pertanian organik. *E-Jurnal agroekoteknologi tropika*, 1(2), 98-106.
- [7] Putri, P. Y. (2014). *Pemanfaatan Limbah Ampas Aren Dan Jerami Padi Sebagai Media Tambahan Untuk Menunjang Pertumbuhan Dan Produktivitas Jamur Tiram Putih (Pleurotus Ostreatus)* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- [8] Siregar, I. C. R., Yudo, H., & Kiryanto, K. (2017). Analisa Kekuatan Tarik dan Tekuk pada Sambungan Pipa Baja dengan Menggunakan Kanpe Clear NF sebagai Pengganti Las. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(4).
- [9] Arnando, I. N. (2016). Pengaruh fraksi volume serat terhadap ketangguhan impact komposit berpenguat serat kulit batang melinjo (gnetum gnetum)-resin epoxy.
- [10] Aji Prasetyaningrum, A. P., Rokhati, N., Rokhati, N., & Anik Kristi, A. K. (2009). Optimasi proses pembuatan serat eceng gondok untuk menghasilkan komposit serat dengan kualitas fisik dan mekanik yang tinggi. *Riptek*, 3(1), 45-50.
- [11] Raharjo, Wisnu. W., & Ariawan, D. (2008). Pengaruh pemakaian serbuk jerami ir 64 sebagai filler komposit uprs terhadap kekuatan tarik ditinjau dari variasi fraksi berat. *Mekanika*, 7(1).
- [12] Diharjo, K. (2006). Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat tarik bahan komposit serat rami-polyester. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(1), 8-13..
- [13] Siagian, E. M. (2017). Sifat Komposit Berpenguat Serat Pinang Dengan Fraksi Berat 2%, 4%, 6%, dan 8%. *Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta*.
- [14] Mahfuzin, A. N., Respati, S. M. B., & Dzulfikar, M. (2020). Analisis Filter Keramik Berpori Berbasis Zeolit Alam dan Arang Sekam Padi dalam Menurunkan Kandungan Partikel Air Sumur Galian. *Majalah Ilmiah Momentum*, 16(1).
- [15] Nurdiansyah, F. F., Sulardjaka, S., & Iskandar, N. (2021). Pengaruh fraksi massa dan arah orientasi serat terhadap kekuatan tegangan geser komposit berpenguat serat rami dengan matriks gondorukem. *Jurnal teknik mesin*, 9(1), 81-90.
- [16] Sujana, W., & Widi, I. K. A. (2013). Pemanfaatan Silicon Rubber Untuk Meningkatkan Ketangguhan Produk Otomotif Buatan Lokal. *Jurnal Energi dan Manufaktur Vol*, 6(1), 1-94.



Ezza Ikhfan Naelendra menyelesaikan studi program sarjana pada program studi Teknik Mesin Universitas Udayana

Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan rekayasa manufaktur